

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭64-36743

⑨ Int. Cl.<sup>4</sup>  
C 22 C 21/04識別記号 庁内整理番号  
Z-6735-4K

⑬ 公開 昭和64年(1989)2月7日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 耐摩耗性ダイカスト用アルミニウム合金

⑮ 特 願 昭62-188744

⑯ 出 願 昭62(1987)7月30日

⑰ 発 明 者 西 直 美 東京都千代田区外神田3-15-1 リョービ株式会社東京  
本社内⑱ 発 明 者 高 橋 庸 輔 東京都千代田区外神田3-15-1 リョービ株式会社東京  
本社内

⑲ 出 願 人 リョービ株式会社 広島県府中市目崎町762番地

⑳ 代 理 人 弁理士 佐々木 清隆 外3名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

耐摩耗性ダイカスト用アルミニウム合金

## 2. 特許請求の範囲

Cu 4.0~9.0 wt%, Mn 0.5~2.0 wt%, Fe 1.6~3.0 wt%, Mg 3 wt% 以下、Zn 1.0 wt% 以下とP 0.001~0.1 wt% を含有し、かつ Si 13.5~20.0 wt%, Ni 0.5 wt% 以下、不純物として Sn 0.3 wt% 以下を含有し、残部をAl とし、初晶 Si と Al-Fe-Mn-Si 化合物を晶出させ、またマトリックス中に Cu 及び Mg を固溶させて硬さを増加し、耐摩耗性を向上させた事を特徴とする耐摩耗性ダイカスト用アルミニウム合金。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は、耐摩耗性ダイカスト用アルミニウム合金に関し、特に耐摩耗性に優れ、かつ機械的性質に優れたダイカスト用アルミニウム合金に関する。

## 〔従来の技術〕

従来優れた耐摩耗性を有する鑄造用合金として Si を 14~25 wt% 含有した過共晶アルミニウム合金は摺動部品用材料として広く用いられている。なかでも、390合金(成分組成、Si 14.0~18.0 wt%, Cu 4.0~5.0 wt%, Mg 0.45~0.65 wt%, Zn 0.1 wt% 以下、Fe 0.6~1.1 wt%, Mn 0.1 wt% 以下、Ti 0.02 wt% 以下、P 微量、残部 Al)は、優れた耐摩耗性を有し、鑄鉄ライナー不要のアルミニウムエンジンブロックに用いられている。また、特開昭53-37810号の合金(成分組成、Si 13.5~16.0 wt%, Cu 4.0~5.0 wt%, Mg 0.5 wt% 以下、Zn 1.0 wt% 以下、Fe 1.3 wt% 以下、Mn 0.5 wt% 以下、P 0.05~0.1 wt%, Ni 0.5 wt% 以下、Sn 0.3 wt% 以下、残部 Al)は、390合金の耐摩耗性を大きく損うことなく、切削性を改善するために開発された合金であり、ドアクローザのハウジング等に広く使われている。

また、特開昭60-2643号の合金(成分組成、Si 5.0~22.5 wt%, Cu 5.5~10.5

wt%、Fe 0.8～1.5 wt%、Mg 0.85～1.5 wt%、P 0.002～0.025 wt%、残部 Al、通常の不可避の不純物)は、高粘性潤滑油を使用した場合には勿論のこと、低粘性の潤滑油を使用しても十分好ましい摺動状態を確保できる摺動部材に適したダイカストアルミニウム合金である。

〔発明が解決しようとする問題点〕

前記の390合金や特公昭53-37810号の合金の耐摩耗性は初晶Siによつて得られるもので、より優れた耐摩耗性を得るためにはSiを多く添加することを必要とする。しかし、そうであるからといつて、Siを20 wt%以上添加すると鋳造温度の上昇を招き、金型寿命を短くすることや、初晶Siの増加が切削性を低下させるなどの欠点を生ずる。そこで、Siをそれ程多く添加することなく耐摩耗性を増大させることが望ましい。

〔問題点を解決するための手段〕

そこで、本発明は、上記の問題点を解決するよ

ほど認められないばかりでなく、鋳造性を低下させる原因ともなるため、Cuの含有範囲は60～90 wt%が望しい。

Mnの添加は、Al-Fe-Mn-Siの塊状の4元金属間化合物を生成する。この4元金属間化合物は硬さが約HV 960であり、SiのHV 1300に比べるとそれよりも低い、耐摩耗性の向上に寄与する。しかし、多量のMnの添加は、溶解保持中にスラッジを形成し、ろつぽ底に沈降するので2 wt%以下とする。

Feは、金型への溶着を防止するとともに耐摩耗性の向上を図るAl-Fe-Mn-Si金属間化合物を形成する。前記金属間化合物を十分生成させるためにはFeを1.6 wt%以上とするのがよい。しかし、多量のFeの添加は機械的性質を劣化させるので30 wt%以下とするのが望ましい。

Mgは、合金の硬化、機械的強度を向上させるが、多く添加すると溶湯の流動性を悪くし、脆性を招くのでその含有範囲は2 wt%以下が良好である。

う、研究の結果、Cu 60～90 wt%、Mn 0.5～2.0 wt%、Fe 1.6～3.0 wt%、Mg 3 wt%以下、Zn 1.0 wt%以下とP 0.001～0.1 wt%を含有し、かつSi 13.5～20.0 wt%、Ni 0.5 wt%以下、不純物としてSn 0.3 wt%以下を含有し、残部をAlとし、初晶SiとAl-Fe-Mn-Si化合物を晶出させ、またマトリックス中にCu及びMgを固溶させて硬さを増加し、耐摩耗性を向上させた事の特徴とする耐摩耗性ダイカスト用アルミニウム合金を開発した。

本発明に係る合金組成について詳述すると、先ずSiは良好な鋳造性と耐摩耗性を得るために含有範囲を13.5～20.0 wt%とする。Siが13.5 wt%より少ないと耐摩耗性に寄与する初晶Siが少ない。また、Siが20 wt%を越えて添加されると、鋳造温度の上昇、切削性の低下を招く。

Cuは、Al中に固溶し、合金を固溶強化させ、また高温強度を向上するのに有効であり、その含有量は60 wt%以上が良好である。しかし、90 wt%を超えて多く添加しても、強度の向上はそれ

Siは、高温強度を増加させ、硬さを増加させるが、多量に添加されると耐食性を低下させるため、その含有量は0.5 wt%以下が望ましい。

Snは不純物として不可避的に混入してくる。

Pは、初晶Siを微細化させるのに有効な元素である。初晶Siの微細化により切削加工性が良好となり、機械的性質も向上する。0.001 wt%以下の添加では十分な微細化が行われぬ。また、含有量を0.1 wt%より多く添加しても初晶Siのサイズは変わらない。したがって、Pの含有範囲は0.001～0.1 wt%が良い。

〔実施例〕

本発明の合金と、従来の390合金、特公昭53-37810号の合金について種々の合金特性を測定した。以下に、その実験と実験結果を示す。

実験は、第1表の合金組成をもつ、第1図に示すテストピースによつて行つた。鋳造機は型締め力90トンのダイカストマシンを用いた。鋳造条件は、溶湯温度720～730℃、鋳造圧力760

$\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、プランジャーチップ速度  $1.35 \sim 1.40$   $\text{m}/\text{sec}$ 、金型温度  $120 \sim 140^\circ\text{C}$ 、型開き時間  $4 \text{ sec}$  である。

#### (1) 鋳造性

本発明合金は、各組成とも湯回り不良、かじり、焼付き等は発生せず、良好な鋳造性を示した。Cu 含有量が  $10 \text{ wt}\%$  では、若干湯回り性が劣る。

#### (2) 鋳造組織

第2図に本発明合金と390合金、特公昭53-37810号合金をダイカストした時の鋳造組織を示す。鋳造組織は5% H<sub>2</sub>F 水溶液で腐食して顯出させた。390合金及び特公昭53-37810号合金の鋳造組織は初晶Siと樹枝状晶と共晶Si、CuAl<sub>2</sub>やMg<sub>2</sub>Si等の金属間化合物から構成されている。390合金では濃い灰色の粒状部分が初晶Siであり、その初晶Siの粒径が大きい。このため切削性が良くない。特公昭53-37810号合金では初晶Siの粒径が小さくなつていて切削性が改善されているが、初晶Siの量が少なくなつており、このため硬さが低下して

により分析すると、bのAl-K<sub>α</sub>では前記の塊状物の位置ではAlが少なく、c及びdのFe-K<sub>α</sub>及びMn-K<sub>α</sub>ではFeとMnが多く認められ、eのSi-K<sub>α</sub>では前記位置ではSiがやや少ないことから、前記塊状物がAl-Si-Fe-Mn 4元金属間化合物と同定される。第3図dによると右上部にSiが極めて多い部分が認められる。

#### (3) 機械的性質

実験は、第1表の合金組織をもつ、第1図に示すテストピースによつて行つた。第2表に引張強さ、0.2%耐力、伸び、硬さの測定結果を示す。なお、測定結果はそれぞれ  $N = 5$  の平均値で示す。

##### a. 引張試験

引張試験は第1図に示したテストピースを用いて10トンの引張試験機により室温で行つた。なお、引張速度は  $5 \text{ mm}/\text{sec}$  であつた。引張強さ、0.2%耐力ともにCu量が多いほど大きい。Cu量が6~7%以上ではほぼ一定となる。本発明合金の引張強さは390合金、特公昭53-37810号合金より約1割、0.2%耐力は約2割高い値

いる。本発明合金の鋳造組織は上記晶出物の外に塊状のAl-Si-Fe-Mnの4元金属間化合物を晶出している。これは図の写真では薄い灰色の粒状部分として示される。この金属間化合物の硬さは約Hv 960であり、SiのHv 1300よりも低い。耐摩耗性の向上に大きく寄与している。また、本発明合金は、Cu量が多いため、390合金、特公昭53-37810号合金に比べ樹枝状晶が明瞭に観察される。樹枝状晶中心部のCu濃度をEPMA (X線マイクロアナライザー) により測定したところ、390合金及び特公昭53-37810号合金はそれぞれ約1.1 wt%、1.0 wt%であつたのに対し、本発明合金のそれは1.4~1.8 wt%の範囲であり、Cuはマトリックスの固溶強化に寄与するものと思われる。

また、第3図は、Al-Si-Fe-Mn 4元金属間化合物についてのEPMA (X線マイクロアナライザー) による分析結果を示すものであり、第3図のaは走査型電子顕微鏡によるSEM像であり、左下隅にほぼ六角形の塊物がみられる。これをEPMA

を示す。伸びはMnの添加によつて若干増加するが、Cu量が多いと伸びは低い。また、Mgが約3 wt%含有される合金は伸びが最も低い。

##### b. 硬さ試験

硬さは、第1図角状のテストピースの表面を約1mm研磨した面で測定した。試験機はロックウェル硬さ試験機を用い、Bスケールで測定した。硬さはCu量の多いほど高い値を示すが、Cu量が6~9 wt%ではほぼ一定である。本発明の合金の硬さは、従来の390合金に比べて約1割、特公昭53-37810号合金に比べて約2割高い値を示す。

#### (4) 耐摩耗性

摩耗試験は、第1図角状のテストピースの表面を約1mm研磨した面で行い、試験機は大越式摩耗試験機を用いた。相手材はFC 25とした。なお、摩耗試験は潤滑油を用いず、乾式で行つた。

第3表に摩耗試験の結果を示す。結果は  $N = 5$  の平均値で示す。MnとFeを添加したものは耐摩耗性が向上している。また、いずれの摩耗速度に

おいても Cu の含有量が多いほど耐摩耗性が向上し、Cu 量が 6 ~ 7 wt% 以上でほぼ一定となり、引張試験、硬さ試験結果と同様の傾向を示す。

第 1 表

合金番号	合金成分, wt%											
	Si	Cu	Mg	Zn	Fe	Mn	Al	Sn	Ti	P	As	
1	13.0	4.04	1.57	0.33	1.72	1.41	0.06	0.01	—	0.06	残	比較例
2	14.6	5.40	1.44	0.28	1.78	1.44	0.08	0.02	—	0.07	残	比較例
3	15.2	5.99	1.86	0.34	1.79	1.45	0.06	0.02	—	0.08	残	本発明例
4	15.0	6.70	1.25	0.38	1.82	1.46	0.07	0.02	—	0.07	残	本発明例
5	15.5	6.79	3.04	0.40	1.77	1.48	0.08	0.02	—	0.07	残	比較例
6	15.4	7.52	1.98	0.39	1.91	1.44	0.06	0.02	—	0.08	残	本発明例
7	15.3	10.02	1.16	0.36	1.88	1.43	0.07	0.01	—	0.07	残	比較例
8	17.5	7.03	1.02	0.12	1.98	1.15	0.03	Tr	—	0.06	残	本発明例
9	15.6	7.12	1.24	0.39	0.68	0.41	0.08	0.02	—	0.05	残	比較例
10	15.2	7.02	2.20	0.33	2.71	1.62	0.07	0.01	—	0.06	残	本発明例
390	16.8	4.50	0.38	0.08	1.06	0.08	Tr	Tr	0.02	Tr	残	参考例
特公昭53-37810	14.6	4.85	0.44	0.29	0.72	0.33	0.08	0.02	—	0.07	残	参考例

第 2 表

合 金 番 号	機 械 的 性 質				
	引張強さ kgf/mm <sup>2</sup>	0.2%耐力 kgf/mm <sup>2</sup>	破断伸び %	硬 さ HRB	
1	27.8	22.7	0.65	70.3	比較例
2	29.0	24.2	0.48	75.5	比較例
3	30.5	26.2	0.51	83.5	本発明例
4	31.4	28.1	0.30	84.9	本発明例
5	31.0	28.3	0.29	85.2	比較例
6	29.7	29.2	0.20	86.7	本発明例
7	31.2	28.5	0.26	84.4	比較例
8	31.0	30.1	0.38	83.7	本発明例
9	29.4	27.8	0.40	80.6	比較例
10	31.2	30.0	0.31	88.3	本発明例
390	29.2	24.9	0.42	75.0	参考例
特公昭53-37810	28.2	23.9	0.38	71.9	参考例

第 3 表

合 金 番 号	比 摩 耗 量 $\times 10^{-2} \text{ mm}^3/\text{kg}$				
	0.96 m/sec	1.96 m/sec	2.86 m/sec	4.36 m/sec	
1	31.5	30.2	31.2	34.0	比較例
2	24.0	29.5	27.0	32.8	比較例
3	22.8	24.0	23.5	26.2	本発明例
4	21.9	23.3	24.0	26.0	本発明例
5	21.0	23.8	19.8	24.8	比較例
6	23.0	23.5	19.4	22.7	本発明例
7	21.5	20.8	22.4	24.0	比較例
8	21.7	21.6	21.9	23.0	本発明例
9	25.1	24.2	27.8	28.6	比較例
10	19.3	18.7	19.4	21.8	本発明例
390	23.6	25.3	23.8	26.1	参考例
特公昭53-37810	28.5	28.2	29.6	31.2	参考例

上記実験結果をまとめると、本発明合金の特徴は次のとおりである。

- 1) 鋳造性は従来合金と同様に良好である。
- 2) 樹枝状晶中のCu 固溶量が従来合金より多く、固溶強化による強度向上が可能となる。
- 3) 引張強さ、0.2%耐力、硬さは従来の390合金、特公昭53-37810号合金に比較して優れている。
- 4) 耐摩耗性は特公昭53-37810号合金より優れ、390合金と比較しても同等以上である。

#### 〔発明の効果〕

本発明の合金は、その耐摩耗性が特公昭53-37810号合金より優れ、390合金と比較しても同等以上であつて、それについて引張強さ、0.2%耐力及び硬さは従来の390合金及び特公昭53-37810号合金よりも優れている。

#### 4. 図面の簡単な説明

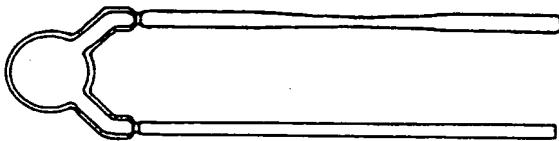
第1図は、本発明合金によるテストピースを写真で示した図、第2図は、本発明合金と従来合金

の鋳造組織を写真で示した図で、aは本発明合金、bは390合金、cは特公昭53-37810号合金、第3図は、本発明における初晶Si、Al-Fe-Mn-Si 4元金属間化合物をEPMA (X線マイクロアナライザー) で面分析した結果を写真で示した図で、aはBEM像、bはAl-K $\alpha$ 、cはFe-K $\alpha$ 、dはMn-K $\alpha$ 、eはSi-K $\alpha$ を示す。

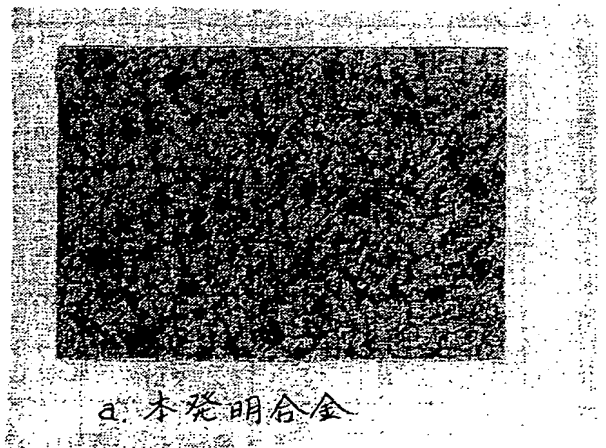
代理人 弁理士(8107) 佐々木 清 隆  
(ほか3名)



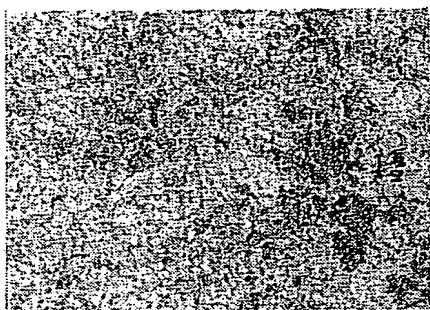
第 1 図



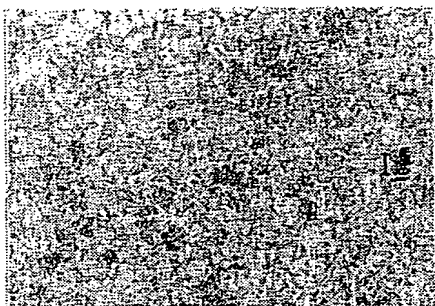
第 2 図



第 2 圖



b. 390 合金



c. 特公昭53-37810号合金

第 3 圖



d. Mn-K $\alpha$

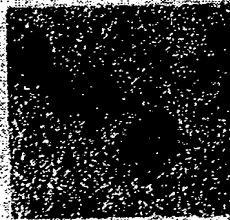


e. Si-K $\alpha$

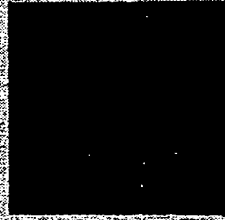
第 3 圖



a. SEM像 x1500



b. Al-K $\alpha$



c. Fe-K $\alpha$

## 手続補正書

昭和63年10月27日

特許庁長官 殿

1. 事件の表示  
昭和62年特許願第188744号
2. 発明の名称  
耐摩耗性ダイカスト用アルミニウム合金
3. 補正をする者  
事件との関係： 特許出願人  
名称： リョービ株式会社
4. 代理人  
住所：〒100 東京都千代田区霞が関3丁目2番5号 霞が関ビル29階  
霞が関ビル内郵便局私用箱第49号  
メソライト特許事務所  
電話 (581)-9601 (代表)  
氏名：弁理士 (8107) 佐々木 清隆 (ほか3名)
5. 補正指令の日付： (自発)
6. 補正により増加する発明の数： 0
7. 補正の対象： 明細書の「発明の詳細な説明」の欄
8. 補正の内容：  
明細書の「発明の詳細な説明」の欄を次の通りに補正する。

- (1) 明細書第5頁第3行目の「望しい」を「望ましい」と補正する。
- (2) 同書第5頁第20行目の「2wt% 以下」を「3wt% 以下」と補正する。
- (3) 同書第8頁第8行目の「樹板状品」を「樹枝状品」と補正する。
- (4) 同書第8頁第19行目の「SEM像であり」を「SEM像（二次電子像）であり」と補正する。
- (5) 同書第9頁第6行目の「第3図d」を「第3図e」と補正する。

方式  
審査